# 鸭肥肝和鹅肥肝的氨基酸、脂肪酸营养价值及质构特性比较[1]

秦鹏飞[1]　王宝维[1,2*]　张福君[3]　李承颖[1]　葛文华[2]　张名爱[1,2]　岳　斌[2]

（1.青岛农业大学食品科学与工程学院，青岛 266109，2.国家水禽产业技术体系营养与饲料功能研究室，青岛 266109；3.吉林正方农牧股份有限公司，长春 130012）

摘　要：本试验通过对鸭肥肝和鹅肥肝的基本营养成分、氨基酸、脂肪酸进行分析和营养评价，旨在比较鸭肥肝和鹅肥肝氨基酸、脂肪酸营养价值及质构特性的差异性。分别选择填饲期为 28 d 的鹅肥肝和填饲期为 14 d 的鸭肥肝，采用氨基酸分析仪、气相色谱仪等仪器进行测定分析，比较二者营养价值的差异性。结果表明：1）鸭肥肝中水分、粗脂肪含量极显著低于鹅肥肝（$P<0.01$），而粗灰分、粗蛋白质含量极显著高于鹅肥肝（$P<0.01$）。2）鸭肥肝和鹅肥肝的氨基酸种类相同，均未检测到色氨酸，其余氨基酸（除半胱氨酸和脯氨酸）含量均有显著或极显著差异（$P<0.05$ 或 $P<0.01$）。鸭肥肝的必需氨基酸指数（EAAI）为 64.34，鹅肥肝的 EAAI 为 60.25；鸭肥肝的氨基酸比值系数评分（SRC）为 73.34，鹅肥肝的 SRC 为 47.11；鹅肥肝中呈味氨基酸的比例高于鸭肥肝，鸭肥肝中药用氨基酸含量高于鹅肥肝。3）鹅肥肝中不饱和脂肪酸含量为 61.70%，饱和脂肪酸含量为 39.31%；鸭肥肝中不饱和脂肪酸含量为 59.11%，饱和脂肪酸含量为 41.25%。鹅肥肝中饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸的比例为 5.53:7.69:1.00，鹅肥肝脂肪酸的营养价值优于鸭肥肝。4）鸭肥肝中的铬、铜、铁、磷、含量极显著高于鹅肥肝（$P<0.01$），鹅肥肝中钙含量极显著高于鸭肥肝（$P<0.01$）。5）鸭肥肝的硬度极显著高于鹅肥肝（$P<0.01$），鸭肥肝的黏附性极显著低于鹅肥肝（$P<0.01$）。由此可见，鸭肥肝氨基酸营养价值高于鹅肥肝，鹅肥肝脂肪酸营养价值高于鸭肥肝；鹅肥肝嫩度好，鸭肥肝硬度高。

关键词：鸭肥肝；鹅肥肝；氨基酸；脂肪酸；质构特性；评价

中图分类号：S834；S835　　　　文献标识码：　　　　文章编号：

肥肝是人工填饲鸭或鹅高能碳水化合物饲料，以获得比正常肝重 5～10 倍的脂肪肝[1]。肥肝是一种高级营养食品，其营养丰富、质地细嫩、味道鲜美，在国外常被做成肝羹、肝糜、肝膏等佐食。肥肝单不饱和脂肪酸(monounsaturated fatty acid，MUFA)含量高，可减少胆固

收稿日期：2018-05-01

基金项目：国家水禽产业技术体系专项基金(CARS-42-14)；山东省农业重大应用技术创新课题——水禽副产品加工综合利用新技术研究（6682213001）

作者简介：秦鹏飞(1991-)，女，山东临沂人，硕士研究生，研究方向为营养与保健。E-mail: 1661733966@qq.com

*通信作者：王宝维，教授，硕士生导师，E-mail: wangbw@qau.edu.cn

醇在血管壁上的沉积，减轻和延缓血管继续硬化，具有较高的营养价值和食疗价值[2-3]。在欧洲特别是法国被列为“国家级食品”，被誉为“世界绿色食品之王”。曾秋凤等[4]研究了 3 种不同品质的鸭肥肝在蒸煮后常规养分、脂肪酸组成及脂质过氧化的变化，结果显示，鸭肥肝在熟化过程中其脂肪酸含量的变化规律受新鲜肥肝中脂肪酸组成和总脂肪含量的影响，新鲜鸭肥肝总脂肪、饱和脂肪酸(saturated fatty acid，SFA)等含量高，蒸煮后各指标仍然很高；蒸煮增加了鸭肥肝中月桂酸乙酯(C12:0)的含量，改变了脂肪酸的组成。彭祥伟等[5]对朗德鹅进行填饲试验，结果表明鹅肥肝各种必需氨基酸含量均较高，与风味关系密切的谷氨酸（Glu）含量为 4.47%，不饱和脂肪酸含量达 73.94%，表明鹅肥肝具有较高的营养价值。卢洁等[6]研究了基础饲粮中添加不同油脂和维生素 E 对樱桃谷鸭肥肝中脂肪酸含量变化的影响，结果表明，基础饲粮中按 2%水平分别添加山茶油、芝麻油以及大豆油后，鸭肥肝不饱和脂肪酸含量均增加；基础饲粮中按 90 IU/kg 水平添加维生素 E 后，鸭肥肝不饱和脂肪酸含量增加。范永存[7]研究了不同脂肪对鹅产肝性能及品质影响发现，鹅油、玉米油和羊油能够提高鹅肝重，豆油最差；不同脂肪对鹅肝中不饱和脂肪酸总量影响较少，但能够明显改变脂肪酸的组成。迄今为止，鸭肥肝和鹅肥肝的研究主要集中在填饲方法和肥肝形成机理，而对于二者营养价值和质构特性研究还处于空白。因此，本文以鸭肥肝和鹅肥肝为试验素材，采用生化分析与物性仪测定方法，对二者常规营养成分、氨基酸、脂肪酸与质构特性进行测定分析，旨在科学评价鸭肥肝和鹅肥肝营养价值和质构特性，为进一步确定肥肝功能及合理引导消费提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料选择

根据目前我国鸭肥肝和鹅肥肝生产厂商的实际填饲时间，试验素材选购 3 家鹅肥肝生产企业的产品，填饲时间为 28 d；选购 2 家鸭肥肝生产企业的产品，填饲时间为 14 d。

### 1.2 试验设计

试验选择鹅肥肝 30 个，鸭肥肝 30 个，对采购的新鲜鸭肥肝和鹅肥肝一部分立即进行常规营养成分（水分、粗蛋白质、粗脂肪和粗灰分）含量测定；另一部分在冰浴条件下用组织捣碎机搅拌混合成肥肝糜，经真空冷冻干燥后置于-20 ℃冰箱中保存，用于氨基酸、脂肪酸含量及质构指标的测定，并进行统计分析，确定其成分的差异性。

### 1.3 主要仪器设备与试剂

日立 8900 高速氨基酸分析仪，日本日立公司生产；ICP-OES-Optima 8x00 光谱仪，美国 PE 公司生产；凯氏定氮仪（FOSS-2100），瑞典 FOSS 公司生产；6890N 气相色谱仪，

美国 Agilent 公司生产。氯化钠（NaCl）、盐酸、硫酸、高氯酸等均为国产分析纯，异辛烷由天津科密欧化学试剂有限公司生产。

1.4　测定方法

1.4.1　常规营养成分测定

水分含量测定参照 GB/T 5009.3—2016 进行；粗蛋白质含量测定参照 GB/T 5009.5—2016 进行；粗脂肪含量测定参照 GB/T 5009.6—2016 进行；粗灰分含量测定参照 GB/T 5009.4—2016 进行；氨基酸含量的测定参照 GB/T 5009.124—2016 进行；脂肪酸含量测定参照 GB/T 5009.168—2016，采用外标法-酯交换法进行测定。

1.4.2　呈味氨基酸含量测定

鲜味氨基酸含量为谷氨酸和天冬氨酸(Asp)含量之和，甜味氨基酸含量为丙氨酸（Ala）、甘氨酸（Gly）、丝氨酸（Ser）和脯氨酸（Pro）含量之和，芳香族氨基酸含量为酪氨酸（Tyr）和苯丙氨酸（Phe）含量之和。并计算鲜味氨基酸、甜味氨基酸和芳香族氨基酸占氨基酸总量的比例[8]。

1.4.3　营养价值的评价方法

氨基酸评分(amino acid score，AAS)依据世界卫生组织(WHO)和联合国粮农组织(FAO)提出的方法[9]计算得出；化学评分(chemical score，CS)采用 Seligson 等[10]推荐的方法计算得出；必需氨基酸指数(essential amino acid index，EAAI)参考 Oser[11-12]提出的方法计算得出：

AAS=AAT/AAC；

CS=AAT/AACA；

$$\mathrm{EAAI}=\sqrt[n]{\frac{100a}{ae}\times\frac{100b}{be}\cdots\cdots\times\frac{100i}{ie}}$$ 。

式中：AAT 为样品中氨基酸含量（mg/g）；AAC 为 FAO/WHO 评分标准模式中同种氨基酸含量（mg/g）；AACA 为鸡全卵蛋白质中同种氨基酸含量（mg/g）；$n$ 为比较的必需氨基酸个数；$a$、$b$、......$i$ 为样品蛋白质的必需氨基酸含量（mg/g）；$ae$、$be$、......$ie$ 为鸡全卵蛋白质的必需氨基酸含量（mg/g）。

1.4.4　氨基酸比值系数(ratio coefficient of amino acid，RC)法

氨基酸比值系数和氨基酸比值系数评分(score of RC，SRC)则根据朱圣陶等[13]提出的方法计算。

1.4.5　微量元素含量测定

采用电感耦合等离子发射光谱仪（GFAAS）测定肝脏水提液中的微量元素铁（Fe）、铜（Cu）、钙（Ca）、磷（P）、硒（Se）、锌（Zn）、铬（Cr）、锰（Mn）、镁（Mg）、铅（Pb）含量。

#### 1.4.6　质构特性指标测定

样品采用 TA-XT 型质构仪进行质地剖面分析(texture profile analysis，TPA）测定。测定时取新鲜肥肝，切成 2.0 cm×2.0 cm×1.5 cm 规格。探头为 P6 的圆柱型探头，测试前速度（pre-test speed）为 2 mm/s，测试后速度（post-test speed）为 3 mm/s，测试速度（test speed）为 1 mm/s，测定间隔时间为 5 s，压缩比为 50%，启动形式（trigger type）为 auto~5 g。TPA 值测定平行 3 次。

### 1.5　数据处理

数据用平均值±标准差（mean±SD）表示，通过 SPSS 17.0 软件进行数据处理，进行 *t* 检验（2 尾）分析确定组间差异的显著性。

## 2.　结果与分析

### 2.1　鸭肥肝和鹅肥肝常规营养组成

鸭肥肝和鹅肥肝常规营养组成见表 1，鸭肥肝中水分、粗脂肪含量极显著低于鹅肥肝（$P<0.01$），而粗灰分、粗蛋白质含量极显著高于鹅肥肝（$P<0.01$）。

表 1　鸭肥肝和鹅肥肝常规营养组成

Table 1　Routine nutritional composition of duck fat liver and goose fat liver

| 项目 Items | 重量 Weight/g | 水分 Moisture/% | 粗灰分 Ash/% | 粗蛋白质 Crude protein/% | 粗脂肪 Crude lipid/% |
|---|---|---|---|---|---|
| 鸭肥肝 Duck fat liver | $632.17\pm 21.29^{B}$ | $31.48\pm 0.70^{B}$ | $0.67\pm 0.13^{A}$ | $8.052\pm 0.45^{A}$ | $62.26\pm 0.77^{B}$ |
| 鹅肥肝 Goose fat liver | $1\ 034.07\pm 61.83^{A}$ | $34.78\pm 0.25^{A}$ | $0.48\pm 0.15^{B}$ | $6.393\pm 0.12^{B}$ | $71.28\pm 1.74^{A}$ |
| *P* 值 *P*-value | <0.001 | 0.002 | <0.001 | 0.001 | 0.001 |

同列数据肩标无字母表示差异不显著($P>0.05$)，不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)，不同大写字母差异极显著($P<0.01$)。表 3、表 5、表 8 同。

In the same column, values with no letter superscripts mean no significant difference ($P>0.05$), while with different small letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$), and with different capital letter superscripts mean extremely significant difference ($P<0.01$). The same as Table 3, Table 5 and Table 8.

### 2.2　鸭肥肝和鹅肥肝氨基酸组成及营养价值

#### 2.2.1　鸭肥肝和鹅肥肝中氨基酸组成及含量

鸭肥肝和鹅肥肝中氨基酸组成及含量见表 2，鸭肥肝和鹅肥肝中都检测到了 17 种氨基酸（色氨酸未测出）；鸭肥肝中总氨基酸含量为 4.94%，高于鹅肥肝中的 4.03%。此外，2

种肥肝中都包含儿童生长所必需的组氨酸，必需氨基酸均以亮氨酸含量最高，分别为 0.510% 和 0.413%。

鸭肥肝和鹅肥肝中必需氨基酸/总氨基酸（EAA/TAA）值分别为 41.90%和 40.77%，必需氨基酸/非必需氨基酸（EAA/NEAA）值分别为 72.13%和 68.85%，这 2 个比值均高于 FAO/WHO 推荐的理想蛋白质模式（EAA/TAA≈40%，EAA/NEAA≥60%），说明鸭肥肝和鹅肥肝中氨基酸含量丰富、种类齐全，比例均衡，都属于优质的人体所需的蛋白质。鸭肥肝和鹅肥肝中均以谷氨酸含量最高，说明肥肝味道鲜美。

表 2 鸭肥肝和鹅肥肝中氨基酸组成及含量

Table 2 Amino acid composition and content in duck fat liver and goose fat liver %

| 项目 Items | 鸭肥肝 Duck fat liver | 鹅肥肝 Goose fat liver | *P* 值 *P*-value |
|---|---|---|---|
| 赖氨酸 Lys* | 0.420± 0.003$^{A}$ | 0.323± 0.006$^{B}$ | 0.001 |
| 异亮氨酸 Ile* | 0.263± 0.006$^{A}$ | 0.200± 0.01$^{B}$ | 0.001 |
| 亮氨酸 Ieu* | 0.510± 0.026$^{A}$ | 0.413± 0.015$^{B}$ | 0.005 |
| 缬氨酸 Val* | 0.310± 0.001$^{A}$ | 0.233± 0.006$^{B}$ | 0.002 |
| 苏氨酸 Thr* | 0.247± 0.006$^{A}$ | 0.223± 0.006$^{B}$ | 0.008 |
| 半胱氨酸 Cys* | 0.113± 0.012 | 0.090± 0.013 | 0.057 |
| 酪氨酸 Tyr* | 0.233± 0.012$^{a}$ | 0.190± 0.012$^{b}$ | 0.023 |
| 苯丙氨酸 Phe* | 0.267± 0.015$^{A}$ | 0.223± 0.006$^{B}$ | 0.010 |
| 色氨酸 Trp* | - | - | |
| 天门冬氨酸 Asp | 0.393± 0.006$^{A}$ | 0.357± 0.012$^{B}$ | 0.008 |
| 丝氨酸 Ser | 0.240± 0.001$^{A}$ | 0.200± 0.001$^{B}$ | 0.008 |
| 谷氨酸 Glu | 0.577± 0.006$^{A}$ | 0.507± 0.012$^{B}$ | 0.001 |
| 甘氨酸 Gly | 0.260± 0.003$^{A}$ | 0.230± 0.001$^{B}$ | 0.007 |
| 蛋氨酸 Met | 0.053± 0.006$^{a}$ | 0.027± 0.015$^{b}$ | 0.047 |
| 丙氨酸 Ala | 0.373± 0.006$^{A}$ | 0.300± 0.014$^{B}$ | <0.001 |
| 组氨酸 His | 0.203± 0.015$^{a}$ | 0.157± 0.021$^{b}$ | 0.035 |
| 精氨酸 Arg | 0.253± 0.015$^{A}$ | 0.197± 0.015$^{B}$ | 0.010 |
| 脯氨酸 Pro | 0.220± 0.001 | 0.157± 0.006 | 0.050 |
| 必需氨基酸 EAA | 2.07 | 1.64 | |
| 非必需氨基酸 NEAA | 2.87 | 2.39 | |
| 必需氨基酸/非必需氨基酸 EAA/NEAA | 72.13 | 68.85 | |
| 必需氨基酸/总氨基酸 EAA/TAA | 41.90 | 40.77 | |
| 总氨基酸 TAA | 4.94 | 4.03 | |

*表示必需氨基酸；-表示未检出。同行数据肩标无字母表示差异不显著($P$>0.05)，不同小写字母表示差异显著($P$<0.05)，不同大写字母差异极显著($P$<0.01)。表 6、表 7 同。

* mean essential amino acid; - mean not detected, the same table below. In the same column, values with no letter

superscripts mean no significant difference ($P > 0.05$), while with different small letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$), and with different capital letter superscripts mean extremely significant difference ($P<0.01$). The same is as Table 6 and Table 7.

### 2.2.2 鸭肥肝和鹅肥肝中呈味氨基酸的含量及比例

鸭肥肝和鹅肥肝中呈味氨基酸的含量及比例见表 3，鸭肥肝和鹅肥肝中呈味氨基酸的含量从高到低为：芳香类氨基酸>鲜味氨基酸>甜味氨基酸。虽然鸭肥肝中各类呈味氨基酸的含量更高，但从比例上来看，鹅肥肝的鲜味氨基酸和甜味氨基酸比例相较鸭肥肝更高一些，因此，鹅肥肝的味道相较鸭肥肝更鲜美一些。鸭肥肝和鹅肥肝中的 3 种呈味氨基酸占总氨基酸的比例十分接近，分别为 51.88%和 53.74%，整体含量较高。

表 3　鸭肥肝和鹅肥肝中呈味氨基酸的含量及比例

Table 3　Content and ratio of taste amino acids in duck fat liver and goose fat liver

| 项目 Items | 鲜味氨基酸 Flavor amino acids | | 甜味氨基酸 Sweet amino acids | | 芳香类氨基酸 Aromatic amino acids | | 总呈味氨基酸 Total taste amino acids | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 含量 Content/（mg/g） | 比例 Ratio/% | 含量 Content/（mg/g） | 比例 Ratio/% | 含量 Content/（mg/g） | 比例 Ratio/% | 含量 Content/（mg/g） | 比例 Ratio/% |
| 鸭肥肝 Duck fat liver | 0.970 | 19.64 | 0.500 | 10.12 | 1.093 | 22.13 | 2.563 | 51.88 |
| 鹅肥肝 Goose fat liver | 0.864 | 21.46 | 0.413 | 10.26 | 0.887 | 22.03 | 2.164 | 53.74 |

### 2.2.3 鸭肥肝和鹅肥肝中必需氨基酸含量和 AAS

鸭肥肝和鹅肥肝中必需氨基酸含量和 AAS 见表 4，鸭肥肝和鹅肥肝中必需氨基酸总含量分别为 310 和 301 mg/g，低于 FAO/WHO 的标准 360 mg/g，低于鸡蛋蛋白质的 512 mg/g。AAS 中，苯丙氨酸＋酪氨酸的 AAS 均大于 1，赖氨酸和亮氨酸的 AAS 接近于 1，说明肥肝中人体必需氨基酸与 WHO/FAO 推荐的标准较为接近，有较高的营养价值。从 AAS 看，鸭肥肝第一限制性氨基酸是缬氨酸，第二限制性氨基酸是苏氨酸；鹅肥肝第一限制性氨基酸是蛋氨酸+半胱氨酸，第二限制性氨基酸是缬氨酸。从 CS 看，鸭肥肝和鹅肥肝第一限制性氨基酸是蛋氨酸+胱氨酸，第二限制性氨基酸是缬氨酸。鸭肥肝和鹅肥肝的 EAAI 分别为 64.34 和 60.25，说明鸭肥肝蛋白质中必需氨基酸均衡性比鹅肥肝好。

表 4　鸭肥肝和鹅肥肝中必需氨基酸含量和氨基酸评分

Table 4　Essential amino acid contents and amino acid scores in duck fat liver and goose fat liver

| 项目 Items | 必需氨基酸 Essential amino acids/(mg/g) | | 鸡蛋蛋白质 Chicken egg protein/(mg/g) | 联合国粮农组织/世界卫生组织 FAO/WHO/(mg/g) | 氨基酸评分 AAS | | 化学评分 CS | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 鸭肥肝 Duck fat liver | 鹅肥肝 Goose fat liver | | | 鸭肥肝 Duck fat liver | 鹅肥肝 Goose fat liver | 鸭肥肝 Duck fat liver | 鹅肥肝 Goose fat liver |
| 赖氨酸 Lys | 52 | 51 | 70 | 55 | 0.95 | 0.93 | 0.74 | 0.73 |
| 异亮氨酸 Ile | 33 | 31 | 54 | 40 | 0.83 | 0.78 | 0.61 | 0.57 |
| 亮氨酸 Ieu | 63 | 65 | 86 | 70 | 0.90 | 0.93 | 0.73 | 0.76 |
| 缬氨酸 Val | 38 | 36 | 66 | 50 | 0.76▲ | 0.72▲▲ | 0.58▲▲ | 0.55▲▲ |
| 苏氨酸 Thr | 31 | 35 | 47 | 40 | 0.78▲▲ | 0.88 | 0.66 | 0.74 |
| 蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys | 31 | 18 | 57 | 35 | 0.89 | 0.52▲ | 0.54▲ | 0.32▲ |
| 苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr | 62 | 65 | 93 | 60 | 1.03 | 1.08 | 0.67 | 0.70 |
| 色氨酸 Trp | - | - | 17 | 10 | - | - | - | - |
| 总含量/总分 Total content/total score | 310 | 301 | 512 | 360 | 6.14 | 5.84 | 4.53 | 4.37 |
| 必需氨基酸指数 EAAI | | | | | | | 64.34 | 60.25 |

▲：第一限制性氨基酸；▲▲：第二限制性氨基酸。-表示未检出。

▲ First limiting amino acid; ▲▲: Second limiting amino acid. - mean not detected.

2.2.4　鸭肥肝和鹅肥肝蛋白质的氨基酸比值系数评分

鸭肥肝和鹅肥肝蛋白质的氨基酸比值系数评分见表 5，鸭肥肝中苯丙氨酸+酪氨酸、缬氨酸和苏氨酸的氨基酸比值系数值较分散，苯丙氨酸+酪氨酸为过剩氨基酸，缬氨酸和苏氨酸为鸭肥肝的限制氨基酸。鹅肥肝中苯丙氨酸+酪氨酸、赖氨酸、亮氨酸和蛋氨酸+胱氨酸、缬氨酸的氨基酸比值系数值较分散，苯丙氨酸+酪氨酸、赖氨酸和亮氨酸为过剩氨基酸，蛋

氨酸+胱氨酸和缬氨酸为鹅肥肝的限制氨基酸。鸭肥肝和鹅肥肝的其他氨基酸的氨基酸比值系数值均在 1.00 左右，接近氨基酸平衡模式。另外，鹅肥肝中蛋氨酸+半胱氨酸的氨基酸比值系数值最分散，对鹅肥肝氨基酸生理平衡提供的负贡献最大，是鹅肥肝蛋白质的第一限制氨基酸，鹅肥肝蛋白质的第二限制氨基酸为缬氨酸；鸭肥肝蛋白质的第一限制性氨基酸为缬氨酸，鸭肥肝蛋白质的第二限制氨基酸为苏氨酸，与 AAS 计算结果一致。鸭肥肝蛋白质的氨基酸比值系数评分为 73.34，鹅肥肝为 47.11；这表明鸭肥肝蛋白质的营养价值高于鹅肥肝。

表 5　鸭肥肝和鹅肥肝蛋白质的氨基酸比值系数评分

Table 5　The SRC on proteins in duck fat liver and goose fat liver

| 项目 Items | 氨基酸比值系数 RC | | | | | | | 氨基酸比值系数评分 SRC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 赖氨酸 Lys | 异亮氨酸 Ile | 亮氨酸 Ieu | 缬氨酸 Val | 苏氨酸 Thr | 蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys | 苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr | |
| 鸭肥肝 Duck fat liver | 1.08 | 0.94 | 1.02 | 0.86 | 0.89 | 1.01 | 1.17 | 73.34 |
| 鹅肥肝 Goose fat liver | 1.12 | 0.94 | 1.12 | 0.87 | 1.06 | 0.63 | 1.30 | 47.11 |

## 2.3　鸭肥肝和鹅肥肝中药用氨基酸组成

鸭肥肝和鹅肥肝中药用氨基酸组成见图 1，鸭肥肝和鹅肥肝中含量最多的药用氨基酸为谷氨酸，其次为亮氨酸、天门冬氨酸和赖氨酸，含量最少的药用氨基酸为蛋氨酸；并且，鸭肥肝中各种药用氨基酸含量均高于鹅肥肝。这表明鸭肥肝中药用氨基酸的价值高于鹅肥肝。

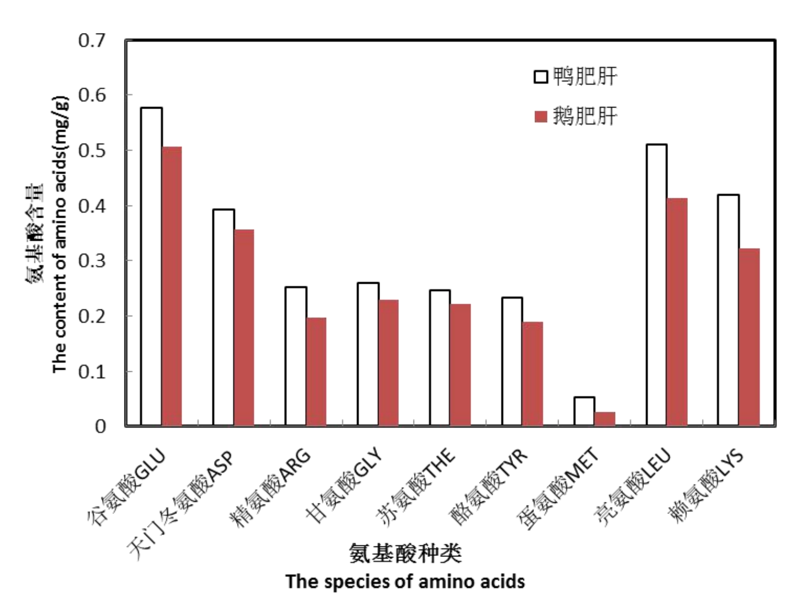



图 1　鸭肥肝和鹅肥肝中药用氨基酸组成

Fig.1　Therapeutic amino acid composition of duck fat liver and goose fat liver

2.4　鸭肥肝和鹅肥肝中脂肪酸的组成及含量

鸭肥肝和鹅肥肝中脂肪酸的组成及含量见表 6，鸭肥肝和鹅肥肝中检测到 8 种脂肪酸，其中饱和脂肪酸 4 种，单不饱和脂肪酸 1 种，多不饱和脂肪酸 3 种。鸭肥肝中的不饱和脂肪酸含量（59.11%）低于鹅肥肝（61.70%），多不饱和脂肪酸含量（3.59%）低于鹅肥肝（7.10%）。鸭肥肝和鹅肥肝中棕榈酸（C16:0）、硬脂酸（C18:0）、油酸（C18:1)这 3 种游离脂肪酸的含量较多。鸭肥肝中棕榈酸含量极显著低于鹅肥肝($P$<0.01)，鸭肥肝中硬脂酸含量极显著高于鹅肥肝($P$<0.01)，鸭肥肝和鹅肥肝中其他脂肪酸含量差异不显著（$P$>0.05）。

鸭肥肝中饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸的比例为 11.49:15.47:1.00，而鹅肥肝中饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸的比例为 5.53:7.69:1.00。由此可见，鹅肥肝脂肪酸组成更接近人类适宜、合理的膳食摄入比例（1:1:1）。

表 6　鸭肥肝和鹅肥肝中脂肪酸组成及含量（占脂肪酸总量）

Table 6　Fatty acid composition and content in the duck fat liver and goose fat liver (of total fatty acids)　%

| 脂肪酸 Fatty acids | 鸭肥肝 Duck fat liver | 鹅肥肝 Goose fat liver | $P$ 值 $P$-value |
|---|---|---|---|
| 肉豆蔻酸 Myristic acid （C14:0） | 0.78± 0.10 | 0.78± 0.04 | 0.901 |
| 棕榈酸 Palmitic acid （C16:0） | 23.17± 0.81$^{B}$ | 27.73± 1.43$^{A}$ | 0.001 |
| 硬脂酸 Stearic acid （C18:0） | 17.30± 0.88$^{A}$ | 10.49± 2.67$^{B}$ | 0.003 |
| 油酸 Oleic acid （C18:1） | 55.52± 0.83 | 54.60± 2.50 | 0.511 |
| 亚油酸 Linoleic acid （C18:2） | 1.84± 0.21 | 2.22± 1.47 | 0.639 |
| 亚麻酸 Linolenic acid （C18:3） | 1.75± 2.06 | 1.78± 1.36 | 0.713 |
| 花生酸 Arachidic acid （C20:0） | - | 0.31± 0.52 | |
| 二十碳稀酸 Eicosenotic acid （C20:4） | - | 3.10± 1.68 | |
| 饱和脂肪酸 SFA | 41.25 | 39.31 | |
| 不饱和脂肪酸 UFA | 59.11 | 61.70 | |
| 单不饱和脂肪酸 MUFA | 55.52 | 54.60 | |
| 多不饱和脂肪酸 PUFA | 3.59 | 7.10 | |

2.5　鸭肥肝和鹅肥肝中微量元素含量

鸭肥肝和鹅肥肝中微量元素含量见表 7，鸭肥肝中的 Cr、Cu、Fe、P、Pb 含量极显著高于鹅肥肝（$P$<0.01），鹅肥肝中 Ca 含量极显著高于鸭肥肝（$P$<0.01）。鸭肥肝和鹅肥肝中 Cd、Mg、Zn 含量差异不显著（$P$>0.05），其中 Zn 含量较高。

表 7　鸭肥肝和鹅肥肝中微量元素含量

Table 7　Trace element content in duck fat liver and goose fat liver　　mg/kg

| 项目 Items | 鸭肥肝 Duck fat liver | 鹅肥肝 Goose fat liver | $P$ 值 $P$-value |
|---|---|---|---|
| 铬 Cr | 0.53± 0.06$^{A}$ | 0.21± 0.08$^{B}$ | 0.006 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 镉 Cd | 0.61± 0.32 | 1.85± 1.14 | 0.322 |
| 钙 Ca | 229.10± $13.54^{B}$ | 452.30± $13.73^{A}$ | <0.001 |
| 铜 Cu | 81.10± $3.71^{A}$ | 36.52± $1.58^{B}$ | <0.001 |
| 铁 Fe | 0.49± $0.02^{A}$ | 0.28± $0.01^{B}$ | 0.001 |
| 镁 Mg | 0.93± 0.05 | 0.94± 0.03 | 0.870 |
| 锰 Mn | - | - | |
| 磷 P | 14.61± $0.18^{A}$ | 12.91± $0.39^{B}$ | 0.017 |
| 铅 Pb | 12.28± $1.07^{A}$ | 6.92± $0.85^{B}$ | 0.017 |
| 锌 Zn | 1.23± 0.03 | 1.29± 0.09 | 0.560 |
| 总含量 Total content | 340.87 | 513.17 | |

### 2.6 鸭肥肝和鹅肥肝质构特性

鸭肥肝和鹅肥肝中质构特性见表 8，鸭肥肝和鹅肥肝质构特性不同，其中鸭肥肝的硬度极显著高于鹅肥肝（$P<0.01$），鸭肥肝的黏附性极显著低于鹅肥肝（$P<0.01$），而内聚性、弹性、胶黏性、咀嚼性、回复性差异不显著（$P>0.05$）。其中，鸭肥肝硬度比鹅肥肝高 28.12%；鸭肥肝的内聚性、胶粘性、咀嚼性均比鹅肥肝都要高，分别高出 1.2%、30.7%、26.5%；鸭肥肝的黏附性、弹性和回复性均低于鹅肥肝。由此可见，鹅肥肝与鸭肥肝相比，具有硬度低、黏附性高、弹性好等特点，说明鹅肥肝嫩度和弹性较好。

表 8　鸭肥肝和鹅肥肝质构特性

Table 8　Texture characteristics in duck fat liver and goose fat liver

| 项目 Items | 硬度 Hardness/g | 黏附性 Adhesiveness | 内聚性 Cohesiveness | 弹性 Springiness/mm |
|---|---|---|---|---|
| 鸭肥肝 Duck fat liver | 834.24± $60.22^{A}$ | -88.34± $14.42^{B}$ | 0.26± 0.05 | 0.26± 0.02 |
| 鹅肥肝 Goose fat liver | 651.15± $40.99^{B}$ | -29.65± $8.13^{A}$ | 0.25± 0.02 | 0.27± 0.02 |
| *P* 值 *P*-value | 0.003 | 0.001 | 0.888 | 0.533 |
| 项目 Items | 胶黏性 Gumminess/g | 咀嚼性 Chewiness/g | 回复性 Resilience | |
| 鸭肥肝 Duck fat liver | 216.31± 53.25 | 55.24± 14.77 | 0.22± 0.03 | |
| 鹅肥肝 Goose fat liver | 165.53± 24.04 | 43.67± 3.54 | 0.25± 0.03 | |
| *P* 值 *P*-value | 0.133 | 0.179 | 0.868 | |

## 3 讨 论

### 3.1 鸭肥肝和鹅肥肝氨基酸营养价值分析

食物蛋白质的氨基酸组成比例虽不尽相同，但其营养价值的优劣主要取决于所含必需氨基酸的种类、数量和组成。本研究的鸭肥肝和鹅肥肝必需氨基酸中的赖氨酸（0.420%和0.323%）和亮氨酸（0.510%和 0.413%）含量丰富，非必需氨基酸中的谷氨酸（0.577%和0.507%）含量最高。赖氨酸是谷类食物中的第一限制氨基酸，同时也是人体的第一必需氨基酸，具有协助人体吸收和利用其他营养物质、促进生长发育等重要功能。谷氨酸具有红细胞生成和兴奋性传质作用，有益于改进和维持脑功能，食用肥肝可用以治疗神经衰弱和记忆力减退。

一个成年男性每天对必需氨基酸与非必需氨基酸需要量为 0.18 和 0.48 g/kg，分别相当于 EAA/NEAA 为 37.5%和 EAA/TAA 为 27.3%[9]，而本试验中鸭和鹅肥肝的 EAA/NEAA 和EAA/TAA 均高于 FAO/WHO 的建议量[14]，完全能够满足成年男子的每日需要量。因此，本试验鸭肥肝和鹅肥肝中蛋白质营养价值较高。

在 AAS 标准模式和全鸡蛋蛋白质氨基酸模式中，AAS 和 CS 从不同的角度反映了蛋白质构成与利用率的关系，而 EAAI 是评价食物营养价值的常用指标之一，它以鸡蛋蛋白质必需氨基酸为参考标准。EAAI 越接近 100，营养价值越高[15]。现代研究认为，氨基酸不足和过剩同样限制蛋白质的营养价值，因此提出了氨基酸平衡理论。基于氨基酸平衡理论提出的氨基酸比值系数法计算的 RC 和 SRC 值比 FAO 模式计算的 AAS 更接近生物价(biological valence，BV)，被广泛用于评价蛋白质营养。SRC 越接近 100，蛋白质营养价值越优[16]。本试验中，从 AAS、CS 以及 SRC 评价看，鸭肥肝蛋白质中必需氨基酸均衡性比鹅肥肝好。

自然界中氨基酸有 20 多种，其中谷氨酸、天冬氨酸、精氨酸、甘氨酸、苯丙氨酸、酪氨酸、蛋氨酸、亮氨酸、赖氨酸 9 种氨基酸一般在植物中含量少，有些人体不能合成，但又是维持机体氮平衡所必需的，称为药用氨基酸。本试验中，鸭肥肝和鹅肥肝中药用氨基酸占总氨基酸比例的 60%左右，与部分中药相比，含量仅次于党参（70%）[17]，高于枇杷（56%）[18]，低于枸杞（83%）[19]。尽管鸭肥肝和鹅肥肝药用氨基酸含量有一定的差别，但是在总氨基酸中所占比例基本一致，是保健食品开发以及药用膳食搭配的理想蛋白质。

### 3.2 鸭肥肝和鹅肥肝脂肪酸营养价值分析

衡量油脂营养价值高低的 2 个指标是不饱和脂肪酸的含量和必需脂肪酸的含量[20-21]。亚油酸和亚麻酸这 2 种脂肪酸为人体自身不能合成，只能从食物中获取，故被称必需脂肪酸，人体一旦缺少就会产生皮炎、生长迟缓等一系列缺乏症[22-23]。在本试验中，鸭肥肝和鹅肥肝

中不饱和脂肪酸占脂肪酸总量的60%左右，是人体的必需脂肪酸，为此，人类食用适量鸭肥肝和鹅肥肝具有重要保健作用。鸭肥肝中饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸的比例为11.49:15.47:1.00，而鹅肥肝中饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸的比例为5.53:7.69:1.00，且鹅肥肝中亚油酸和亚麻酸含量均高于鸭肥肝；由此可见，鹅肥肝油脂组成更接近人类适宜、合理的膳食摄入比例（1:1:1）。

鸭肥肝中棕榈酸含量极显著低于鹅肥肝，硬脂酸的含量则极显著高于鹅肥肝；棕榈酸具有提高血脂的作用，并可能提高血液中的胆固醇含量；硬脂酸的消化程度很低，容易进行未饱和化作用转变成油酸，而油酸没有提高胆固醇的作用，因此硬脂酸不会带来过多的营养方面负面影响。

3.3　鸭肥肝和鹅肥肝质构特性分析

质构特性反映了肉质的软硬程度和弹性，是肉品食用的主要评价指标。特别是对于嫩度高、容易受加工处理而变化的肥肝类，质构更是能反映其品质的优劣。咀嚼力下降是由于肥肝硬度降低、肥肝细胞间凝聚力减弱、弹性减小等综合作用的结果。孙倩[24]对肥肝质构特性研究表明，鹅肥肝中粗脂肪、脂肪酸、弹性、亮度值、黄度值随鹅肥肝重量增加而提高，而水分、粗蛋白质、硬度和红度值随鹅肥肝重量增加而减少。

孙倩[24]对鹅肥肝质量分级研究表明，以脂肪、水分、蛋白质、硬度、弹性、亮度值、红度值和黄度值8个宏观指标为因素，采用两步法进行聚类，以BayeS信息准则确认最佳类别数为4类。再采用欧式距离法对11组鹅肥肝进行聚类分析，将鹅肥肝分为4级，分别为一级，质量>800 g；二级，600 g<质量≤800 g；三级，300 g<质量≤600 g；四级，质量≤300 g。考虑鹅肥肝质量与物种的问题，生产中鹅肥肝填饲期一般为28~30 d，此时间的肥肝不饱和脂肪酸含量最高，肝料比最佳；鸭肥肝填饲期一般为14~16 d，此时间肝料比最佳，不饱和脂肪酸含量高。填饲时间过短肥肝质量差，过长死亡率明显提高。本研究结果表明，在最佳填饲时间里，鹅肥肝与鸭肥肝相比，具有硬度低、黏附性高、弹性好等特点，说明市场销售的鹅肥肝嫩度和弹性好于鸭肥肝。

4　结　论

① 鸭肥肝和鹅肥肝的氨基酸种类相同，氨基酸含量存在差异；鸭肥肝的EAAI为64.34，鹅肥肝的EAAI为60.25；鸭肥肝的SRC为73.34，鹅肥肝的SRC为47.11；鹅肥肝中呈味氨基酸的比例略高于鸭肥肝；鸭肥肝中药用氨基酸含量高于鹅肥肝。这表明鸭肥肝氨基酸的营养价值优于鹅肥肝。

② 鹅肥肝中不饱和脂肪酸含量为61.70%，饱和脂肪酸含量为39.31%；鸭肥肝中不饱

和脂肪酸含量为59.11%，饱和脂肪酸含量为41.25%。鹅肥肝中饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸的比例为5.53:7.69:1.00。鹅肥肝脂肪酸组成更接近人类适宜、合理的膳食摄入比例。这表明鹅肥肝脂肪酸的营养价值优于鸭肥肝。

③ 鹅肥肝的硬度、黏附性与鸭肥肝有显著差异。鹅肥肝嫩度好，鸭肥肝硬度高。

参考文献：


[1] 朱振鹏,王健,龚道清,等.黑羽番鸭体重体尺与产肝性能的相关性分析[J].江苏农业科学,2013,41(10):157–158.

[2] RENAUD S,DE LORGERIL M.Wine,alcohol,platelets,and the French paradox for coronary heart disease[J].The Lancet,1992,339(8808):1523–1526.

[3] 王宝维,王雷,于世浩.鹅肥肝生产研究现状与发展新思路[J].中国家禽,2006,28(17):1–5.

[4] 曾秋凤,吴昊,丁雪梅,等.蒸煮对不同品质鸭肥肝营养特性及脂肪酸组成的影[J].食品科学,2013,34(1):105–108.

[5] 彭祥伟,王小军,布丽君,等.人工填饲朗德鹅鹅肥肝营养成分分析[J].农产品加工,2016(10):33–35.

[6] 卢洁,王士长,周敏,等.气相色谱全分析樱桃谷鸭肥肝脂肪酸[J].食品科学,2009,30(2):224–227.

[7] 范永存.不同脂肪对鹅产肝性能及品质影响研究[D].硕士学位论文.青岛:青岛农业大学,2009.

[8] 黄明泉,张璟琳,王璐,等.不同品牌甜面酱中氨基酸组成分析及营养价值评价[J].食品工业科技,2014,35(7):330–334.

[9] FAO/WHO.Protein quality evaluation:report of the joint FAO/WHO expert consultation[R].FAO Food and Nutrition Paper 51.Rome:FAO,1989.

[10] SELIGSON F H,MACKEY L N.Variable predictions of protein quality by chemical score due to amino acid analysis and reference pattern[J].The Journal of Nutrition,1984,114(4):682–691.

[11] OSER B L.Method for integrating essential amino acid content in the nutritional evaluation of protein[J].Journal of the American Dietetic Association,1951,27:396-402.

[12] OSER B L.An integrated essential amino acid index for predicting the biological value of proteins. Protein and amino acid nutrition[M].New York:Academic Press,1959:281-295.

[13] 朱圣陶,吴坤.蛋白质营养价值评价:氨基酸比值系数法[J].营养学报,1988,10(2):187-190.

[14] CAMPO M M,NUTE G R,WOOD J D,et al.Modelling the effect of fatty acids in odour development of cooked meat in *vitro*:part Ⅰ—sensory perception[J].Meat Science,2003,63(3):367–375.

[15] 吴莹莹,鲍大鹏,王瑞娟,等.6 种市售工厂化栽培金针菇的氨基酸组成及蛋白质营养评价[J].食品科学,2017,39(10):263–268.

[16] 冯笑笑,李娟,陈侨侨,等.翅果油树种仁蛋白氨基酸组成分析及营养价值评价[J].食品科学,2016,37(22):160–165.

[17] 杨鲜,祝慧凤,王涛,等.重庆巫山等多地党参氨基酸及营养价值比较与分析[J].食品科学,2014,35(15):251–257.

[18] 高慧颖,姜帆,张立杰,等.5 个枇杷晚熟品种果实氨基酸组成和含量分析[J].福建果树,2009(2):37–41.

[19] 张晓煜,刘静,袁海燕,等.不同地域环境对枸杞蛋白质和药用氨基酸含量的影响[J].干旱地区农业研究,2004,22(3):100–104.

[20] FAO/WHO/UNU.Energy and protein requirements.Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation[R].World Health Organization Technical Reportseries 724.Geneva:WHO,1985:121 - 123.

[21] INNIS S M.The role of dietary n-6 and n-3 fatty acids in the developing brain[J].Developmental Neuroscience,2000,22(5/6):474 - 480.

[22] ÇELIK M,TÜRELI C,ÇELIK M,et al.Fatty acid composition of the blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun,1896) in the north eastern Mediterranean[J].Food Chemistry,2004,88(2):271–273.

[23] JOHNSTON L A,ALDERSON R,SANDHAM C,et al.Patterns of muscle growth in early and late maturing populations of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)[J].Aquaculture,2000,189(3/4):307–327.

[24] 孙倩.鹅肥肝质量评价方法的建立与新型鹅肝酱工艺研究[D].硕士学位论文.青岛:青岛农业大学,2012.

Comparison on Amino Acids and Fatty Acids Nutritive Value and Texture Characteristics in Duck Fatty Liver and Goose Fatty Liver

QIN Pengfei[1] WANG Baowei[1,2*] ZHANG Fujun[3] LI Chengying[1] GE Wenhua[2]

ZHANG Ming' ai[1,2] YUE Bin[2]

(1. *College of Food Science and Engineering, Qingdao Agricultural University*, *Qingdao* 266109, *China*; 2. *National Waterfowl Industrial Technology System Nutrition and Feed Function Laboratory*, *Qingdao* 266109, *China*; 3. *Jilin Zhengfang Grouping & Husbandry Stock Company Limited, Changchun* 130012, *China*)

Abstract: This study was conducted to compare the difference of amino acids and fatty acids nutritive value and texture characteristics in duck fatty liver and goose fatty liver through analyzing and evaluating the basic nutrient composition, amino acids and fatty acids in duck fatty liver and goose fatty liver. The fatty livers were selected from the goose and duck overfeeding period lasted for 28 and 14 days, respectively. The difference of nutritive values of duck fatty liver and goose fatty liver were tested by using of amino acid analyzer, gas chromatograph and so on. The results showed as follows: 1) the contents of moisture and crude lipid in duck fatty liver were significantly lower than those in goose fatty liver ($P$<0.01), and the contents of crude ash and crude protein were significantly higher than those in goose fatty liver ($P$<0.01). 2) The amino acid types of duck fat liver and goose fatty liver were the same, tryptophan was not detected, the other amino acids (except cysteine and proline) contents had significant differences between duck fat liver and goose fatty liver （$P$<0.05 or $P$<0.01）. The essential amino acid index (EAAI) of duck fat liver and goose fatty liver were 64.34 and 60.25 respectively. The amino acid ratio coefficient score (SRC) of duck fat liver and goose fatty liver protein were 73.34 and 47.11 respectively. The ratio of the taste amino acids in goose fatty liver was higher than that in duck fat liver, the content of therapeutic amino acids in duck fat liver was higher than that in goose fat liver. 3) The contents of unsaturated fatty acids and saturated fatty acids were 61.70% and 39.31% in goose fat liver, the contents of unsaturated fatty acids and saturated fatty acids were 59.11% and 41.25% in duck fatty liver. The ratio of saturated fatty acid, monounsaturated fatty acid and polyunsaturated fatty acid in goose fatty liver was 5.53:7.69:1.00, the nutritive value of fatty acids in goose fatty liver was better than duck fatty liver. 4) The contents of chromium, copper, iron and phosphorus in duck fatty liver were significantly higher than those in goose fatty liver ($P$<0.01), the content of calcium in goose fatty liver was significantly higher than that in duck fatty liver ($P$<0.01). 5) The hardness of duck fatty liver was significantly higher than that of goose fatty

liver ($P$<0.01), the adhesiveness of duck fatty liver was significantly lower than that of goose fatty liver ($P$<0.01). In conclusion, the nutritive value of amino acids in duck fat liver is higher than goose fatty liver, the nutritive value of fatty acids in goose fatty liver is higher than duck fat liver. Goose fatty liver has better tenderness, duck fat liver has high hardness.

Key words: duck fat liver; goose fatty liver; amino acids; fatty acids; texture characteristics; evaluate

---

*Corresponding author, professor, E-mail: wangbw@qau.edu.cn （责任编辑　武海龙）